

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Макаренко Елена Николаевна  
Должность: Профессор  
Дата подписания: 28.07.2023 15:03:57  
Уникальный программный ключ:  
c098bc0c1041cb2a4cf926cf171d6715d99a6ae00adc8e27b55cbe1e2dbd7c78

УТВЕРЖДАЮ  
Директор Института магистратуры  
Иванова Е.А.  
« 30 » 08 20 21 г.

**Рабочая программа дисциплины  
Нейронные сети для мобильных приложений**

Направление 01.04.02 Прикладная математика и информатика  
магистерская программа 01.04.02.03 "Искусственный интеллект в цифровой экономике"

Для набора 2021 года

Квалификация  
Магистр

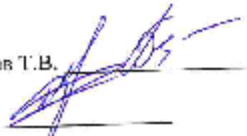
**КАФЕДРА**      **Фундаментальная и прикладная математика**

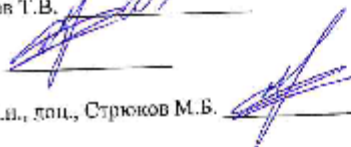
**Распределение часов дисциплины по семестрам**

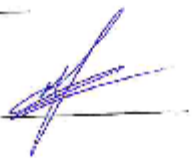
Семестр («Курс», «Семестр на курсе»)	4 (2.2)		Итого	
	13 4/5			
Наименование	зп	вс	зп	вс
Лекции	10	10	10	10
Практические	12	12	12	12
Итого ауд.	22	22	22	22
Контактная работа	22	22	22	22
Сам. работа	77	77	77	77
Часы на контроль	9	9	9	9
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

**ОСНОВАНИЕ**

Учебный план утвержден учёным советом вуза от 30.08.2021 протокол № 1.

Программу составил(и): к.ф.-м.н, доц., Богачев Т.В. 

Зав. кафедрой: д.ф.-м.н., доц. Стрюков М.Б. 

Методическим советом направления: д.ф.-м.н., доц., Стрюков М.Б. 

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Изучение полного цикла построения и эффективного внедрения нейронных сетей в приложения для мобильных устройств
-----	---

### 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>ПК-2:</b> Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач
<b>ПК-3:</b> Способен разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности
<b>ПК-4:</b> Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности
<b>ПК-6:</b> способен разрабатывать и оптимизировать бизнес-планы научно-прикладных проектов

#### В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

<b>Знать:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- методы интеллектуального анализа данных, необходимых для построения моделей решаемых научных задач (соотнесено с индикатором ПК-2.1)</li> <li>- функциональность современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей искусственных нейронных сетей.(соотнесено с индикатором ПК-3.1)</li> <li>- методы оптимизации построения концептуальных и теоретических моделей решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности.(соотнесено с индикатором ПК-4.1)</li> <li>- теоретические основы оценки эффективности и учета рисков инвестиционных проектов, основы современных информационных технологий, применяемых в экономическом анализе (соотнесено с индикатором ПК-6.1)</li> </ul>
<b>Уметь:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- применять методы интеллектуального анализа данных, необходимых для построения моделей решаемых научных задач (соотнесено с индикатором ПК-2.2)</li> <li>- проводить оценку и выбор моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения задач машинного обучения.(соотнесено с индикатором ПК-3.2)</li> <li>- применять методы оптимизации построения концептуальных и теоретических моделей решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности.(соотнесено с индикатором ПК-4.2)</li> <li>- моделировать и анализировать бизнес-процессы предприятия, находить организационно управленческие решения в моделях управления.(соотнесено с индикатором ПК-6.2)</li> </ul>
<b>Владеть:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками применения методов интеллектуального анализа данных, необходимых для построения моделей решаемых научных задач (соотнесено с индикатором ПК-2.3)</li> <li>- навыками применения современных инструментальных средств и систем программирования для разработки и обучения моделей искусственных нейронных сетей.(соотнесено с индикатором ПК-3.3)</li> <li>- навыками применения методов оптимизации построения концептуальных и теоретических моделей решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности.(соотнесено с индикатором ПК-4.3)</li> <li>- навыками планирования научно-исследовательской деятельности, анализа инвестиционных рисков, управления командой проекта; навыками работы в коллективе (соотнесено с индикатором ПК-6.3)</li> </ul>

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература
	<b>Раздел 1. Знакомство с множеством фреймворков для обучения и работы нейронных сетей</b>				
1.1	Тема 1.1. Знакомство с фреймворками Tensorflow и PyTorch. Виды представления графа нейронной сети Фреймворки для обучения нейронных сетей. Статический граф вычислений. Динамический граф вычислений. Фреймворк Tensorflow. Фреймворк PyTorch. Фреймворк Keras. Сравнение Tensorflow и PyTorch. Конвертация моделей. Проблемы конвертации моделей. Фреймворк ONNX /Лек/	4	2	ПК-2 ПК-3 ПК-4 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3

1.2	Тема 1.2. Знакомство с фреймворками для внедрения нейронных сетей в мобильные приложения Универсальный фреймворк Tensorflow-Lite. Расширение фреймворка PyTorch Mobile. Фреймворк Tensorflow-JS. Сравнение Tensorflow-Lite и PyTorch Mobile. Фреймворк CoreML. /Лек/	4	2	ПК-2 ПК-3 ПК-4 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3
1.3	Практическая работа 1. Требуется перенести одну из предобученных моделей для классификации из зоопарка моделей фреймворка PyTorch на фреймворк для мобильных приложений Tensorflow-Lite и CoreML используя фреймворки ONNX и Keras. /Пр/	4	2	ПК-2 ПК-3 ПК-4 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3
1.4	Практическая работа 2. Требуется перенести одну из предобученных моделей для сегментации из зоопарка моделей фреймворка PyTorch на фреймворк для мобильных приложений Tensorflow-Lite и CoreML используя фреймворки ONNX и Keras. /Пр/	4	2	ПК-2 ПК-3 ПК-4 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3
1.5	Практическая работа 3. Требуется перенести одну из предобученных моделей для обнаружения из зоопарка моделей фреймворка PyTorch на фреймворк для мобильных приложений Tensorflow-Lite и CoreML используя фреймворки ONNX и Keras. /Пр/	4	2	ПК-2 ПК-3 ПК-4 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3
1.6	Знакомство с фреймворками Tensorflow и PyTorch. Виды представления графа нейронной сети Фреймворки для обучения нейронных сетей. Статический граф вычислений. Динамический граф вычислений. Фреймворк Tensorflow. Фреймворк PyTorch. Фреймворк Keras. Сравнение Tensorflow и PyTorch. Конвертация моделей. Проблемы конвертации моделей. Фреймворк ONNX. Универсальный фреймворк Tensorflow-Lite. Расширение фреймворка PyTorch Mobile. Фреймворк Tensorflow-JS. Сравнение Tensorflow-Lite и PyTorch Mobile. Фреймворк CoreML. /Ср/	4	24	ПК-2 ПК-3 ПК-4 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3
<b>Раздел 2. Технологии внедрения нейронных сетей в мобильные приложения</b>					
2.1	Тема 2.1. Способы эффективного переноса архитектур нейронных сетей на фреймворки, используемые в мобильных приложениях Конвертация моделей с фреймворка Tensorflow на Tensorflow-Lite. Конвертация моделей с фреймворка Keras на Tensorflow-Lite. Трассировка модели на фреймворке PyTorch. Использование PyTorch Mobile. Перенос модели с PyTorch на ONNX. Перенос модели с ONNX на Tensorflow-Lite. Перенос модели с PyTorch на Tensorflow-Lite. Перенос модели с PyTorch на CoreML. /Лек/	4	2	ПК-2 ПК-3 ПК-4 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3
2.2	Тема 2.2. Технологии для ускорения вычислений нейронных сетей на мобильных устройствах Оптимизация модели в Tensorflow-Lite. Квантизация модели в Tensorflow-Lite. Квантизация модели в PyTorch Mobile. Технология WebGL /Ср/	4	10	ПК-2 ПК-3 ПК-4 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3
2.3	Практическая работа 4. Требуется ускорить нейронную сеть на фреймворке Tensorflow-Lite используя квантизацию. /Пр/	4	2	ПК-2 ПК-3 ПК-4 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3

2.4	Способы эффективного переноса архитектур нейронных сетей на фреймворки, используемые в мобильных приложениях Конвертация моделей с фреймворка Tensorflow на Tensorflow-Lite. Конвертация моделей с фреймворка Keras на Tensorflow-Lite. Трассировка модели на фреймворке PyTorch. Использование PyTorch Mobile. Перенос модели с PyTorch на ONNX. Перенос модели с ONNX на Tensorflow-Lite. Перенос модели с PyTorch на Tensorflow-Lite. Перенос модели с PyTorch на CoreML. Технологии для ускорения вычислений нейронных сетей на мобильных устройствах /Ср/	4	18	ПК-2 ПК-3 ПК-4 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3
<b>Раздел 3. Примеры внедрения нейронных сетей в мобильных приложения</b>					
3.1	Тема 3.1. Реализация приложения для классификации изображений для Android и iOS устройств Использование библиотеки Tensorflow-Lite. Загрузка Tensorflow-Lite модели в Android проекте. Загрузка модели в Tensorflow-Lite iOS проекте. Загрузка CoreML модели в iOS проекте. Загрузка PyTorch модели в Android проекте. Загрузка PyTorch модели в iOS проекте. Обработка изображения нейросетью в мобильном приложении. /Лек/	4	2	ПК-2 ПК-3 ПК-4 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3
3.2	Тема 3.2. Реализация приложения для нахождения и сегментации объектов на изображении для Android и iOS устройств Архитектура сегментирующей нейронной сети YOLACT. Преобразование YOLACT для поддержки PyTorch Mobile. Внедрение YOLACT в Android приложение. Внедрение YOLACT в iOS приложение. /Лек/	4	2	ПК-2 ПК-3 ПК-4 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3
3.3	Практическая работа 5. Требуется запустить классифицирующую модель на фреймворке Tensorflow-Lite или PyTorch Mobile в приложении для Android устройства. /Пр/	4	2	ПК-2 ПК-3 ПК-4 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3
3.4	Практическая работа 6. Требуется запустить YOLOv5 модель на фреймворке Tensorflow-Lite или PyTorch Mobile в приложении для Android устройства. /Пр/	4	2	ПК-2 ПК-3 ПК-4 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3
3.5	Реализация приложения для классификации изображений для Android и iOS устройств Использование библиотеки Tensorflow-Lite. Загрузка Tensorflow-Lite модели в Android проекте. Загрузка модели в Tensorflow-Lite iOS проекте. Загрузка CoreML модели в iOS проекте. Загрузка PyTorch модели в Android проекте. Загрузка PyTorch модели в iOS проекте. Обработка изображения нейросетью в мобильном приложении. Реализация приложения для нахождения и сегментации объектов на изображении для Android и iOS устройств Архитектура сегментирующей нейронной сети YOLACT. Преобразование YOLACT для поддержки PyTorch Mobile. Внедрение YOLACT в Android приложение. Внедрение YOLACT в iOS приложение. /Ср/	4	25	ПК-2 ПК-3 ПК-4 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3
3.6	/Экзамен/	4	9	ПК-2 ПК-3 ПК-4 ПК-6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3

#### 4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Структура и содержание фонда оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации представлены в Приложении 1 к рабочей программе дисциплины.

#### 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>5.1. Основная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Пол Дейтел, Харви Дейтел	Python: Искусственный интеллект, большие данные и облачные вычисления	Санкт-Петербург: Питер, 2021	<a href="https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=371701">https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=371701</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л1.2	Равичандиран Судхарсан	Глубокое обучение с подкреплением на Python. OpenAI Gym и TensorFlow для профи	Санкт-Петербург: Питер, 2020	<a href="https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=365299">https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=365299</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л1.3	Брайан Макмахан, Делип Рао	Знакомство с PyTorch: глубокое обучение при обработке естественного языка	Санкт-Петербург: Питер, 2021	<a href="https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=374453">https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=374453</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л1.4	Павлова, А. И.	Искусственные нейронные сети: учебное пособие	Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2021	<a href="https://www.iprbookshop.ru/108228.html">https://www.iprbookshop.ru/108228.html</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей

**5.2. Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Барский, А. Б.	Логические нейронные сети: учебное пособие	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020	<a href="http://www.iprbookshop.ru/97547.html">http://www.iprbookshop.ru/97547.html</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л2.2	Шолле Франсуа	Глубокое обучение на Python. — (Серия «Библиотека программиста»).	Санкт-Петербург: Питер, 2021	<a href="https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=376833">https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=376833</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей
Л2.3		Студент. Аспирант. Исследователь: всероссийский научный журнал: журнал	Владивосток: Эксперт-Наука, 2021	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=685689">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=685689</a> неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей

**5.3 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Консультант +

Образовательная платформа по Python - <http://pybrain.org/docs/index.html>Документация библиотеки tensorflow - <https://www.tensorflow.org/lite?hl=ru>Документация <https://pytorch.org/>сайт федеральной государственной службы статистики - <https://rosstat.gov.ru/databases>**5.4. Перечень программного обеспечения**

Python

**5.5. Учебно-методические материалы для студентов с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости по заявлению обучающегося с ограниченными возможностями здоровья учебно-методические материалы предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям здоровья и восприятия информации. Для лиц с нарушениями зрения: в форме аудиофайла; в печатной форме увеличенным шрифтом. Для лиц с нарушениями слуха: в форме электронного документа; в печатной форме. Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в форме электронного документа; в печатной форме.

**6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Помещения для всех видов работ, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимой специализированной учебной мебелью и техническими средствами обучения:

- столы, стулья;

- персональный компьютер / ноутбук (переносной);

- проектор;

- экран / интерактивная доска.

**7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Методические указания по освоению дисциплины представлены в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 1 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### 1.1 Показатели и критерии оценивания компетенций:

ЗУН, составляющие компетенцию	Показатели оценивания	Критерии оценивания	Средства оценивания
<b>ПК-2: Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач</b>			
З. методы интеллектуального анализа данных, необходимых для построения моделей решаемых научных задач	изучает основную и дополнительную литературу, содержащую материал об основных понятиях инструментальных средствах и математических методах, используемых при решении профессиональных задач, для подготовки к экзамену, и устному опросу	полнота и содержательность ответа на экзамену, устном опросе, соответствие ответов материалу, содержащемся в изученной литературе	УО (Раздел 1 в. 1-14 Раздел 2 в. 1-11 Раздел 3 в. 1-9) Э (1-34)
У. применять методы интеллектуального анализа данных, необходимых для построения моделей решаемых научных задач	решение практико-ориентированных и практических заданий: составление программ на PyTorch с использованием базовых конструкций, условий, циклов, массивов	правильность решения заданий на применение составление программ на PyTorch с использованием базовых конструкций, условий, циклов, массивов	Раздел 1. ПЗ 1-3 Раздел 2. ПЗ-4 Раздел 3. ПЗ 5-6
В. навыками применения методов интеллектуального анализа данных, необходимых для	решение практико-ориентированных и практических заданий: составление программ на	обоснованность применения методов для: решения заданий	Раздел 1. ПЗ 1-3 Раздел 2.



<p>построения моделей решаемых научных задач</p>	<p>PyTorch. Осуществлять запуск моделей на фреймворке Tensorflow-Lite или PyTorch Mobile</p>	<p>на составление программ на PyTorch для запуска моделей на фреймворке Tensorflow-Lite или PyTorch Mobile</p>	<p>ПЗ-4 Раздел 3. ПЗ 5-6</p>
<p><b>ПК-3:Способен разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности</b></p>			
<p>З. функциональность современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей искусственных нейронных сетей</p>	<p>изучает основную и дополнительную литературу, содержащую материал об основных понятиях инструментальных средствах и математических методах, используемых при решении профессиональных задач, для подготовки к экзамену, и устному опросу</p>	<p>полнота и содержательность ответа на экзамене, устном опросе, соответствие ответов материалу, содержащемся в изученной литературе</p>	<p>УО (Раздел 1 в. 1-14 Раздел 2 в. 1-11 Раздел 3 в. 1-9) Э (1-34)</p>
<p>У. проводить оценку и выбор моделей искусственных нейронных сетей и инструментальных средств для решения задач машинного обучения</p>	<p>решение практико-ориентированных и практических заданий: составление программ на PyTorch с использованием базовых конструкций, условий, циклов, массивов</p>	<p>правильность решения заданий на составление программ на PyTorch с использованием базовых конструкций, условий, циклов, массивов</p>	<p>Раздел 1. ПЗ 1-3 Раздел 2. ПЗ-4 Раздел 3. ПЗ 5-6</p>
<p>В. навыками применения современных инструментальных средств и систем программирования для разработки и обучения моделей</p>	<p>решение практико-ориентированных и практических заданий: составление программ на PyTorch Осуществлять запуск</p>	<p>обоснованность применения методов для: решения заданий на составление программ на</p>	<p>Раздел 1. ПЗ 1-3 Раздел 2. ПЗ-4 Раздел 3. ПЗ 5-6</p>

искусственных нейронных сетей	моделей на фреймворке Tensorflow-Lite или PyTorch Mobile	PyTorch ; для запуска моделей на фреймворке Tensorflow-Lite или PyTorch Mobile	
<b>ПК-4: Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности</b>			
З. методы оптимизации построения концептуальных и теоретических моделей решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности	изучает основную и дополнительную литературу, содержащую материал об основных понятиях инструментальных средствах и математических методах, используемых при решении профессиональных задач, для подготовки к экзамену, и устному опросу	полнота и содержательность ответа на экзамене, устном опросе, соответствие ответов материалу, содержащемуся в изученной литературе	УО (Раздел 1 в. 1-14 Раздел 2 в. 1-11 Раздел 3 в 1-9) Э (1-34)
У. применять методы оптимизации построения концептуальных и теоретических моделей решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности	решение практико-ориентированных и практических заданий: составление программ на Python с использованием базовых конструкций, условий, циклов, массивов	правильность решения заданий на составление программ на Python с использованием базовых конструкций, условий, циклов, массивов	Раздел 1. ПЗ 1-3 Раздел 2. ПЗ-4 Раздел 3. ПЗ 5-6
В. навыками применения методов оптимизации построения концептуальных и теоретических моделей решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности	решение практико-ориентированных и практических заданий: составление программ на Python с использованием базовых конструкций, условий, циклов, массивов)	обоснованность применения методов для: решения заданий на составление программ на Python с использованием базовых конструкций,	Раздел 1. ПЗ 1-3 Раздел 2. ПЗ-4 Раздел 3. ПЗ 5-6

		условий, циклов, массивов)	
<b>ПК-6: способен разрабатывать и оптимизировать бизнес-планы научно-прикладных проектов</b>			
3. теоретические основы оценки эффективности и учета рисков инвестиционных проектов, основы современных информационных технологий, применяемых в экономическом анализе	изучает основную и дополнительную литературу, содержащую материал в библиотеках Python и математических методах, используемых при решении профессиональных задач, для подготовки к экзамену, и устному опросу	полнота и содержательность ответа на экзамене, устном опросе, соответствие ответов материалу, содержащемуся в изученной литературе	УО (Раздел 1 в. 1-14 Раздел 2 в. 1-11 Раздел 3 в. 1-9) Э (1-34)
У. моделировать и анализировать бизнес-процессы предприятия, находить организационно управленческие решения в моделях управления	решение практико-ориентированных и практических заданий: применение составление программ на Python с использованием библиотек	правильность решения заданий на составление программ на Python с использованием библиотек	Раздел 1. ПЗ 1-3 Раздел 2. ПЗ-4 Раздел 3. ПЗ 5-6
В. навыками планирования научно-исследовательской деятельности, анализа инвестиционных рисков, управления командой проекта; навыками работы в коллективе	решение практико-ориентированных и практических заданий: применять способы эффективного переноса архитектур нейронных сетей на фреймворки, используемые в мобильных приложениях	обоснованность применения методов для: эффективного переноса архитектур нейронных сетей на фреймворки, используемые в мобильных приложениях	Раздел 1. ПЗ 1-3 Раздел 2. ПЗ-4 Раздел 3. ПЗ 5-6

*Э – вопросы к экзамену, ПЗ-практическое задание, УО- устный опрос*

## 1.2 Шкалы оценивания:

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация осуществляется в рамках накопительной балльно-рейтинговой системы в 100-балльной шкале:

84-100 баллов (оценка «отлично»)

67-83 баллов (оценка «хорошо»)

50-66 баллов (оценка «удовлетворительно»)

0-49 баллов (оценка «неудовлетворительно»)

## **2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

В разделе приводятся типовые варианты оценочных средств: вопросы к экзамену, практические задания, вопросы для устного опроса

### **Вопросы к экзамену**

1. Фреймворки для обучения нейронных сетей.
2. Статический граф вычислений.
3. Динамический граф вычислений.
4. Фреймворк Tensorflow.
5. Фреймворк PyTorch.
6. Фреймворк Keras.
7. Сравнение Tensorflow и PyTorch.
8. Конвертация моделей. Проблемы конвертации моделей.
9. Фреймворк ONNX.
10. Универсальный фреймворк Tensorflow-Lite.
11. Расширение фреймворка PyTorch Mobile.
12. Фреймворк Tensorflow-JS.
13. Сравнение Tensorflow-Lite и PyTorch Mobile.
14. Фреймворк CoreML.
15. Конвертация моделей с фреймворка Tensorflow на Tensorflow-Lite.
16. Конвертация моделей с фреймворка Keras на Tensorflow-Lite.
17. Трассировка модели на фреймворке PyTorch.
18. Использование PyTorch Mobile.
19. Перенос модели с PyTorch на ONNX.
20. Перенос модели с ONNX на Tensorflow-Lite.
21. Перенос модели с PyTorch на Tensorflow-Lite.
22. Перенос модели с PyTorch на CoreML.
23. Оптимизация модели в Tensorflow-Lite.
24. Квантизация модели в Tensorflow-Lite.
25. Квантизация модели в PyTorch Mobile. Технология WebGL.
26. Использование библиотеки Tensorflow-Lite
27. Загрузка Tensorflow-Lite модели в Android проекте.
28. Загрузка модели в Tensorflow-Lite iOS проекте.
29. Загрузка CoreML модели в iOS проекте.
30. Загрузка PyTorch модели в Android проекте.
31. Загрузка PyTorch модели в iOS проекте.
32. Обработка изображения нейросетью в мобильном приложении.

33. Архитектура сегментирующей нейронной сети YOLACT.. Внедрение  
34. YOLACT в приложение.

#### **Критерии оценивания:**

Основой для определения баллов, набранных при промежуточной аттестации, служит объём и уровень усвоения материала, предусмотренного рабочей программой дисциплины. При этом необходимо руководствоваться следующим:

- 84-100 баллов (оценка **«отлично»**) - изложенный материал фактически верен, наличие глубоких исчерпывающих знаний в объеме пройденной программы дисциплины в соответствии с поставленными программой курса целями и задачами обучения; правильные, уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, усвоение основной и знакомство с дополнительной литературой;
- 67-83 баллов (оценка **«хорошо»**) - наличие твердых и достаточно полных знаний в объеме пройденной программы дисциплины в соответствии с целями обучения, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала, допускаются отдельные логические и стилистические погрешности, обучающийся усвоил основную литературу, рекомендованную в рабочей программе дисциплины;
- 50-66 баллов (оценка **«удовлетворительно»**) - наличие твердых знаний в объеме пройденного курса в соответствии с целями обучения, изложение ответов с отдельными ошибками, уверенно исправленными после дополнительных вопросов; правильные в целом действия по применению знаний на практике;
- 0-49 баллов (оценка **«неудовлетворительно»**) - ответы не связаны с вопросами, наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и «наводящие» вопросы.

#### **Практические задания**

#### **Раздел 1. Знакомство с множеством фреймворков для обучения и работы**

Практическая работа 1.

Требуется перенести одну из предобученных моделей для классификации из зоопарка моделей фреймворка PyTorch на фреймворк для мобильных приложений Tensorflow-Lite и CoreML используя фреймворки ONNX и Keras.

Практическая работа 2.

Требуется перенести одну из предобученных моделей для сегментации из зоопарка моделей фреймворка PyTorch на фреймворк для мобильных приложений Tensorflow-Lite и CoreML используя фреймворки ONNX и Keras.

Практическая работа 3.

Требуется перенести одну из предобученных моделей для обнаружения из зоопарка моделей фреймворка PyTorch на фреймворк для мобильных приложений Tensorflow-Lite и CoreML используя фреймворки ONNX и Keras.

## **Раздел 2. Технологии внедрения нейронных сетей в мобильные приложения**

Практическая работа 4.

Требуется ускорить нейронную сеть на фреймворке Tensorflow-Lite используя квантизацию.

## **Раздел 3. Примеры внедрения нейронных сетей в мобильных приложения**

Практическая работа 5.

Требуется запустить классифицирующую модель на фреймворке Tensorflow-Lite или PyTorch Mobile в приложении для Android устройства.

Практическая работа 6.

Требуется запустить YOLOv5 модель на фреймворке Tensorflow-Lite или PyTorch Mobile в приложении для Android устройства.

Каждое задание оценивается в 12 баллов

Критерии оценивания:

12 б. – задание выполнено верно;

9-11 б. – при выполнении задания были допущены неточности, не влияющие на результат;

4-8 б. – при выполнении задания были допущены ошибки;

3-1 б. – при выполнении задания были допущены существенные ошибки.

0 б. – задание не выполнено.

## Перечень вопросов для устного опроса

### Раздел 1. Знакомство с множеством фреймворков для обучения и работы

1. Фреймворки для обучения нейронных сетей.
2. Статический граф вычислений.
3. Динамический граф вычислений.
4. Фреймворк Tensorflow.
5. Фреймворк PyTorch.
6. Фреймворк Keras.
7. Сравнение Tensorflow и PyTorch.
8. Конвертация моделей. Проблемы конвертации моделей.
9. Фреймворк ONNX.
10. Универсальный фреймворк Tensorflow-Lite.
11. Расширение фреймворка PyTorch Mobile.
12. Фреймворк Tensorflow-JS.
13. Сравнение Tensorflow-Lite и PyTorch Mobile.
14. Фреймворк CoreML.

### Раздел 2. Технологии внедрения нейронных сетей в мобильные приложения

1. Конвертация моделей с фреймворка Tensorflow на Tensorflow-Lite.
2. Конвертация моделей с фреймворка Keras на Tensorflow-Lite.
3. Трассировка модели на фреймворке PyTorch.
4. Использование PyTorch Mobile.
5. Перенос модели с PyTorch на ONNX.
6. Перенос модели с ONNX на Tensorflow-Lite.
7. Перенос модели с PyTorch на Tensorflow-Lite.
8. Перенос модели с PyTorch на CoreML.
9. Оптимизация модели в Tensorflow-Lite.
10. Квантизация модели в Tensorflow-Lite.
11. Квантизация модели в PyTorch Mobile. Технология WebGL.

### Раздел 3. Примеры внедрения нейронных сетей в мобильных приложения

1. Использование библиотеки Tensorflow-Lite
2. Загрузка Tensorflow-Lite модели в Android проекте.
3. Загрузка модели в Tensorflow-Lite iOS проекте.
4. Загрузка CoreML модели в iOS проекте.
5. Загрузка PyTorch модели в Android проекте.
6. Загрузка PyTorch модели в iOS проекте.
7. Обработка изображения нейросетью в мобильном приложении.
8. Архитектура сегментирующей нейронной сети YOLACT.. Внедрение
9. YOLACT в приложение.

### Критерии оценивания:

Для каждого вопроса:

2 балла - дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, изложение материала при ответе – грамотное и логически стройное;

1 балл - дан неполный ответ на поставленный вопрос

0 баллов - обучающийся не владеет материалом по заданному вопросу.

*Максимальное количество баллов по устному опросу – 28*

### **3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедуры оценивания включают в себя текущий контроль и промежуточную аттестацию.

**Текущий контроль** успеваемости проводится с использованием оценочных средств, представленных в п. 2 данного приложения. Результаты текущего контроля доводятся до сведения студентов до промежуточной аттестации.

**Промежуточная аттестация** проводится в форме экзамена 3 семестр

Экзамен проводится по окончании теоретического обучения до начала экзаменационной сессии в письменном виде. Количество вопросов в задании – 2. Проверка ответов и объявление результатов производится в день экзамена. Результаты аттестации заносятся в зачетную ведомость и зачетную книжку студента. Студенты, не прошедшие промежуточную аттестацию по графику сессии, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.



## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебным планом предусмотрены следующие виды занятий:

- лекции;
- практические занятия.

В ходе практических работ развиваются навыки применения математических методов, выбора инструментальных средств для обработки и анализа экономических данных в профессиональной деятельности

При подготовке к практическим занятиям каждый студент должен:

- изучить рекомендованную учебную литературу;

В процессе подготовки к практическим занятиям студенты могут воспользоваться консультациями преподавателя.

Теоретические вопросы должны быть изучены студентами в ходе самостоятельной работы. Контроль самостоятельной работы студентов над учебной программой курса осуществляется методом устного опроса и выполнения практических заданий. В ходе самостоятельной работы каждый студент обязан прочитать основную и по возможности дополнительную литературу по изучаемой теме. Выделить непонятные термины, найти их значение в литературе.

Для подготовки к занятиям, текущему контролю и промежуточной аттестации студенты могут воспользоваться электронно-библиотечными системами. Также обучающиеся могут взять на дом необходимую литературу на абонементе университетской библиотеки или воспользоваться читальными залами.